



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 49 789 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 44 F 1/12**  
B 42 D 15/10

⑦① Aktenzeichen: 197 49 789.6  
②② Anmeldetag: 11. 11. 97  
④③ Offenlegungstag: 12. 5. 99

DE 197 49 789 A 1

⑦① Anmelder:  
Bundesdruckerei GmbH, 10969 Berlin, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 88131  
Lindau

⑦② Erfinder:  
Paugstadt, Ralf, Dr., 10115 Berlin, DE  
  
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 44 36 192 C1  
DE 44 32 062 C1  
DE 43 34 848 C1  
DE 44 41 198 A1  
DE 43 28 413 A1  
DE 43 24 087 A1  
DE 43 21 685 A1  
DE 43 20 219 A1  
DE 42 36 563 A1  
DE 42 26 907 A1  
DE 42 26 906 A1  
DE 25 40 846 A1  
US 38 87 742

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Sicherheitsmerkmal für ein Wert- oder Sicherheitsdokument mit fraktalem Lamellensystem  
⑤⑦ Sicherheitsmerkmal für Wert- oder Sicherheitsdokumente mit einem transparenten Körper, der mit Einrichtungen versehen ist, die in Abhängigkeit von dem Winkel zwischen Belichtungs- und Beobachtungsrichtung eine graphische Information darstellen, wobei diese Einrichtungen aus sich einander nahezu überlappenden Lamellen bestehen, die in dem Körper etwa treppenförmig angeordnet sind. Die Lamellen sind bevorzugt fraktal ausgebildet und ansteigend in dem Körper angeordnet.

DE 197 49 789 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsmerkmal für Werk- und Sicherheitsdokumente nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Stand der Technik bei der Anordnung von Sicherheitsmerkmalen bei Wert- und Sicherheitsdokumenten sind sog. Multiplex-Hologramme. Es handelt sich hierbei um ein Hologramm, welches aus verschiedenen Blickrichtungen unterschiedliche Bilder für den Betrachter erzeugt. Ferner sind sog. Indifferenzschichten in Folien oder allgemein in durchsichtigen Körpern bekannt. Bei derartigen Indifferenzschichten handelt es sich um dünne optische Schichten, die winkelabhängige graphische oder farbige Effekte – je nach Betrachtungswinkel – erzeugen.

Ferner sind sog. variable Displays bekannt, es handelt sich hierbei um Linsen-Arrays, welche über Druck- oder Sicherheitsmerkmalen auf einem Sicherheitsdokument angeordnet sein können und je nach Blickrichtung auf diese Linse ein vom Betrachtungswinkel abhängiges unterschiedliches Bild erzeugen.

Die Nachteile der genannten Techniken sind, daß sich Hologramme und Indifferenzschichten unter vielfältigen Beleuchtungsbedingungen nur schlecht darstellen lassen. Außerdem sind Hologramme und Indifferenzschichten wellenlängendispersiv, d. h. es kommt hierbei bei der Betrachtung zu unterschiedlichen Farbsäumen im weißen Licht abhängig vom Betrachtungswinkel.

Die vorher genannten Linsenarrays erfordern aufwendige Herstellungstechnologien und eine bestimmte, endliche Substratstärke.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitsmerkmal der eingangs genannten Art zu weiterzubilden, daß unter unterschiedlichen Blickwinkeln unterschiedliche graphische Informationen auf einfachere und kostengünstigere Art erzeugt werden können.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch die technische Lehre des Anspruch 1 gekennzeichnet.

Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, daß in einem durchsichtigen Körper einander nahezu überlappende Lamellen angeordnet sind, die den Querschnitt des Körpers etwa treppenförmig ansteigend ausfüllen. Bevorzugt werden fraktale, ansteigende Lamellen verwendet.

Der Erfindung liegt also die Erkenntnis zugrunde, daß ein transparentes Substrat durch ein nicht transparentes Lamellen-System unterteilt ist, und zwar in der Weise, daß das Substrat bei einer bestimmten Blickrichtung auf das Substrat transparent erscheint, währenddessen, wenn die Blickrichtung geändert wird, das lichttransparente Lamellen-System sichtbar wird und eine Durchsicht durch das Substrat verhindert.

Wird bei gleichbleibender Blickrichtung das Substrat unter dem Auge gedreht, erscheint je nach Drehung das Substrat transparent oder schwarz, weil im Falle der Schwärzung das nicht transparente Lamellen-System mit seinen nicht durchsichtigen Lamellen ein Blick durch das Substrat verhindert.

Es wird also je nach Drehung des Substrates ein hell-dunkel Effekt erzeugt.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß nicht jede Lamelle an ihrer Seitenkante eine Gerade bildet, sondern daß jede Lamelle in eine Vielzahl von treppenförmig hintereinander ansteigenden Teillamellen aufgeteilt ist, so daß also fraktale Lamellen geschaffen werden, welche den Querschnitt des Substrates ausfüllen.

Mit der Unterteilung des Lamellensystems in fraktale Lamellen ergibt sich nämlich der Vorteil, daß der Umschlag von dem Hell-Dunkel-Prinzip (Durchsicht / Schwarz)

schlagartig erfolgt, d. h. werden die Lamellen mit entsprechend hoher Iterationsstufe aufgelöst, ist damit gewährleistet, daß bei einer Drehung dieses Substrates ein schlagartiger Umschlag von hell-dunkel, d. h. von einem grafischen Element auf ein anderes erfolgt. Es gibt also im Idealzustand keine Zwischenstufen, wenn eine genügend hohe Iterationsstufe bei der Auflösung einzelner Lamellen in fraktale Unterlamellen erfolgt.

Vorstehend wurde angegeben, daß mit der Anordnung von fraktalen Lamellen ein derartiges durchsichtiges Substrat so beschaffen sein kann, daß es während eines gesamten Beobachtungswert eines bestimmten Beobachtungswinkels von z. B.  $90^\circ$  völlig transparent erscheint, und daß dann ein plötzlicher Umschlag erfolgt und ab diesem Umschlagswinkel das Substrat bei weiterer Drehung nicht mehr transparent erscheint.

Es gibt also z. B. im Idealfall einen Winkel von  $0-90^\circ$ , wo das Substrat durchsichtig erscheint, während bei dem Winkel von  $91^\circ$  bis  $180^\circ$  das Substrat nur noch dunkel erscheint.

In einer Weiterbildung der technischen Lehre nach der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, daß in einem derartigen transparenten Substrat nicht nur ein einziges Lamellensystem vorhanden ist, welches diesen Hell-Dunkel-Umschlag gewährleistet und damit in der Lage ist, eine Hell-Dunkel-Information zu liefern, sondern daß in diesem Substrat mehrere Lamellensysteme vorhanden sind, die zusammenwirken.

Wie vorhin ausgeführt wurde, gibt es einen Bereich von  $0-90^\circ$ , wo das erste Lamellensystem durchsichtig ist. Ordnet man nun ein zweites Lamellensystem in dem Substrat so an, daß in diesem Bereich – wo das erste Lamellensystem offen und transparent erscheint – das zweite Lamellensystem undurchsichtig erscheint, so können über diesen Betrachtungswinkel von  $0-90^\circ$  insgesamt zwei unterschiedliche grafische Informationen dargestellt werden, nämlich die grafische Information des ersten Lamellensystems (welches hell ist) und wobei in diesem Hellzustand die grafische Information des zweiten Lamellensystems dunkel erscheint, wenn man durch das Substrat bei gleichbleibendem Betrachtungswinkel von  $0-90^\circ$  hindurchsieht.

Diese Lamellensystemen können nebeneinander und/oder übereinander angeordnet sein. Sie können sich überdecken oder in getrennten Bereichen vorliegen.

Vorstehend wurde lediglich angegeben, daß Hell-Dunkel-Grafiken erzeugt werden können, wenn es gelingt, eine linienförmige Lamelle in einzelne fraktal unterteilte Einzella-mellen zu unterteilen. Es liegt auf der Hand, daß mit der vorliegenden Erfindung nicht nur Hell-Dunkel-Informationen vermittelt werden können, sondern es kann vorgesehen sein, daß statt der Unterteilung eines einzigen linienförmigen Linienzuges (Einzella-melle) auch ein Buchstabe bestehend aus einzelnen Linienzügen fraktal unterteilt werden kann. Dies führt nun dazu, daß bei einem ersten Blickwinkel durch das an sich transparente Substrat z. B. der Buchstabe A im Innenraum dieses Substrates sichtbar wird und daß bei zunehmender Drehung des Substrates in einen anderen Betrachtungswinkel schlagartig der Buchstabe A verschwindet und der Buchstabe B auftaucht.

Dies wird lediglich durch die Überlappung und durch die Integration zweier unterschiedlicher Lamellensysteme im durchsichtigen Substrat erreicht.

Das erfindungsgemäße Lamellensystem ist geeignet für einen Einsatz im Durchlicht und/oder Auflicht.

Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung, offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einen Ausführungsweg darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Es zeigen:

**Fig. 1** schematisiert ein Substrat mit einer einfachen Lamellenanordnung bei nicht-fraktaler Unterteilung;

**Fig. 2** ein gegenüber **Fig. 1** abgewandeltes Substrat mit einer fraktalen Unterteilung von Lamellen;

**Fig. 3a** die Darstellung eines durchgehenden Liniensegmentes, welches die Seitenkante einer Lamelle nach **Fig. 1** bildet;

**Fig. 3b** die Unterteilung dieses Liniensegmentes der Lamelle nach **Fig. 3a** unter einem ersten Winkel;

**Fig. 3c** die Unterteilung der Linienzüge nach **Fig. 3b** unter Verdoppelung dieses Winkels;

**Fig. 3d** die Unterteilung des Linienzuges nach **Fig. 3c** unter Verdreifachung des Winkels;

**Fig. 4** schematisiert eine Darstellung des Hell-Dunkel-Umschlags bei Wechsel der Beobachtungsrichtung.

Die **Fig. 1** zeigt ein Substrat, d. h. also einen durchsichtigen Körper **2**, der insgesamt drei (grob im Abstand nebeneinander angeordnete) Lamellen **6, 7, 8** zeigt. Der Körper weist hierbei zwei zueinander beabstandete Längsseiten **3** auf und im  $90^\circ$  Winkel hiervon sind hierbei die Schmalseiten **26** angeordnet. Der Körper ist ferner definiert durch eine obere Deckfläche **4** und eine untere Deckfläche **5**. Es handelt sich also um einen etwa plattenförmigen Körper **2**, der durchsichtig sein soll.

Im Innenraum des Körpers sind nun zueinander parallele Lamellen **6, 7, 8** angeordnet, die zwischen sich Zwischenräume **12, 13** bilden.

Jede Lamelle ist durch eine Längskante **9** definiert, die etwa parallel zu der Längskante der Schmalseiten **26** verläuft, und im übrigen verläuft die Fläche jeder Lamelle **6-8** auch parallel zu den Schmalseiten **26** diese plattenförmigen Körpers. Die Schmalseiten jeder Lamelle sind durch jeweils ein Liniensegment **1** definiert, welches etwa parallel zu den Schmalseiten des Körpers verläuft.

Sieht man nun in Pfeilrichtung **10** durch diesen transparenten Körper hindurch, dann sieht man durch die Zwischenräume **12** zwischen den Lamellen **6, 7, 8** hindurch, weil die Lamellen selbst in dieser Richtung nicht sichtbar sind und der Körper erscheint durchsichtig.

Sieht man hingegen in Pfeilrichtung **11** (oder in Gegenrichtung hierzu) auf den Körper **2**, dann verhindern die nicht durchsichtigen Lamellen **6, 7, 8** eine Durchsicht durch den Körper; der Körper erscheint schwarz.

Entsprechend der Blickrichtung kann also eine Hell-Dunkel-Information vermittelt werden, die von der Stellung der Lamellen und deren Anzahl usw. abhängt.

Unterteilt man nun ein Liniensegment **1** nach **Fig. 3a** in mehrere Liniensegmente **1b** nach **Fig. 3b**, dann wird dieses Liniensegment **1** transformiert.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sich mit (fraktalen) Lamellensystemen überraschende Projektionseigenschaften realisieren lassen. Ein fraktales Lamellensystem entsteht durch die wiederholte Anwendung einer Transformation auf ein Liniensegment **1** in **Abb. 3a**. Als Beispiel zeigt **Abb. 3d** ein Lamellensystem, das durch wiederholte Teilung eines Liniensegmentes **1** in N-Teile und

Drehung um einen Winkel  $\Theta$  entsteht. **3b** bis **3d** zeigen verschiedene Iterationsstufen der Konstruktion. Trotz der immer feiner werdenden Unterteilung der Lamellen nimmt die für das Lamellen-System erforderliche Tiefe (**D**) nicht signifikant zu. Das Lamellensystem aus **Abb. 3d** ist für alle Winkel zwischen  $0^\circ$  und  $+90^\circ$  nahezu lichtundurchlässig und für alle Winkel zwischen  $0^\circ$  und  $-90^\circ$  nahezu lichtdurchlässig (siehe **Fig. 4**). Für einen kleinen Winkel  $\Theta$  und ein großes **N** gehen die Abweichungen von "lichtundurchlässig" und "lichtdurchlässig" mit zunehmendem Iterationsgrad gegen Null. Aus solchen fraktalen Lamellen lassen sich Bilder konstruieren, die bei scharf definierten Winkeln erscheinen und verschwinden. Es ist mathematisch bewiesen, daß sich fraktale Lamellensysteme konstruieren lassen, deren Parallelprojektion aus jedem Raumwinkel ein für diesen Raumwinkel gewünschtes Bild ergibt.

Die Lamellensysteme können in ein Substrat belichtet, geschrieben, geprägt, extrudiert, mechanisch erzeugt (gebohrt) oder in ähnlichen Verfahren realisiert werden. Sie können für die Betrachtung in Durch- oder Aufsicht (Rückseitenbeleuchtung oder Reflexion) ausgelegt sein. Durch geeignete Wahl der Farben von Substrat und Lamellen kann das Sicherheitsmerkmal farbig ausgeführt sein.

Vorteile der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik:

- Verblüffender, klar verifizierbarer Effekt.
- Das "Auslesen" der Struktur des Lamellensystems ist sehr schwierig.
- Das Nachstellen des Lamellensystems ist noch schwieriger.

In einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß sich mehrere Schichten solcher Lamellensysteme in Ebenen verschiedener Tiefe des Substrats befinden und ebenso ist vorgesehen, daß der winkelabhängige grafische Effekt im Durchlicht sichtbar ist.

Ebenso kann es in einer anderen Ausführungsform vorgesehen sein, daß der winkelabhängige grafische Effekt im Auflicht sichtbar ist.

Die **Fig. 2** zeigt nun die Anwendung der in **Fig. 3d** dargestellten fraktalen Lamellen **14, 15, 16, 17** in einem Substrat nach **Fig. 2**.

Dort ist erkennbar, daß die Lamellen **14-17** unter Bildung von Zwischenräumen **12, 13** dicht und stufenartig sowie treppenförmig aneinander angereiht sind, wobei die Zwischenräume **12, 13** eine Durchsicht durch diese fraktalen Lamellen erlauben, wenn der Körper **2** im Bereich zwischen den Pfeilrichtungen **21-22** von oben her betrachtet wird. Im Bereich zwischen den Pfeilrichtungen **11-22** erscheint hingegen der Körper **2** dunkel.

In **Fig. 3b** ist noch erläutert, daß der Winkel  $\Theta$  mit Bezugszeichen **18** versehen ist und der Winkel **19** gemäß **Fig. 3c** gegenüber dem Winkel **18** verdoppelt ist, wo hingegen der Winkel **20** in **Fig. 3d** gegenüber dem Winkel **18** verdreifacht ist.

In **Fig. 4** ist schematisch dargestellt, daß in Abhängigkeit von der Beobachtungsrichtung **23** es einen Hellbereich **24** im Winkelbereich von  $+90^\circ$  bis  $0^\circ$  gibt und ebenso einen Dunkelbereich **25** im Winkelbereich von  $0^\circ$  bis  $+90^\circ$ .

Mit der gegebenen technischen Lehre lassen sich also sehr gut Sicherheitsmerkmale fälschungssicher herstellen, denn derartige Sicherheitsmerkmale können sehr leicht in Wert- und Sicherheitsdokumente integriert werden. Ein derartiger durchsichtiger Körper kann in einem fensterartigen Ausschnitt eines derartigen Wert- und Sicherheitsdokumentes angeordnet werden und kann entweder im Durchlicht oder im Auflicht betrachtet werden.

## Bezugszeichenliste

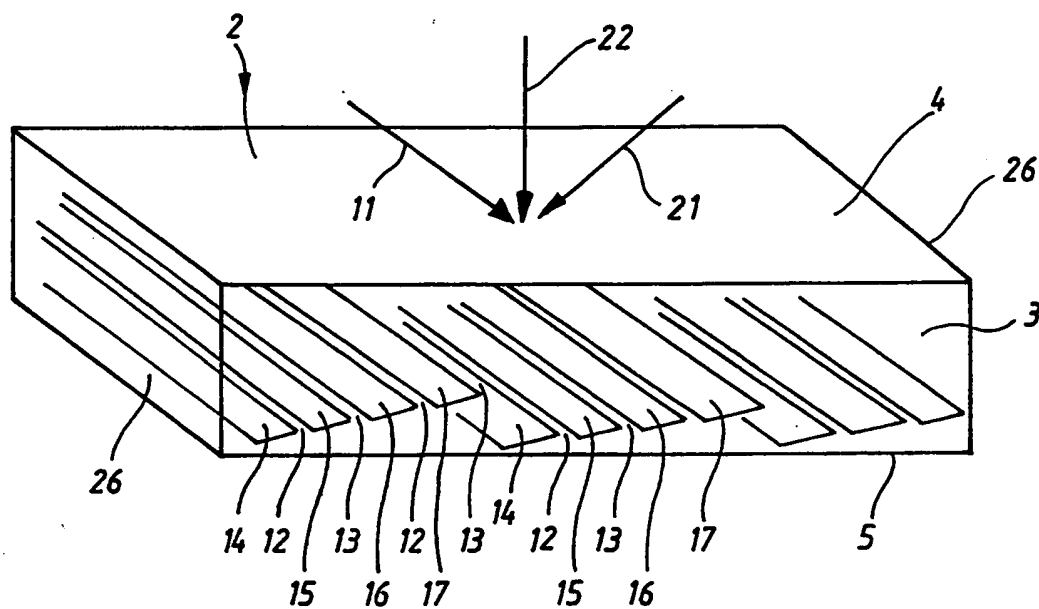
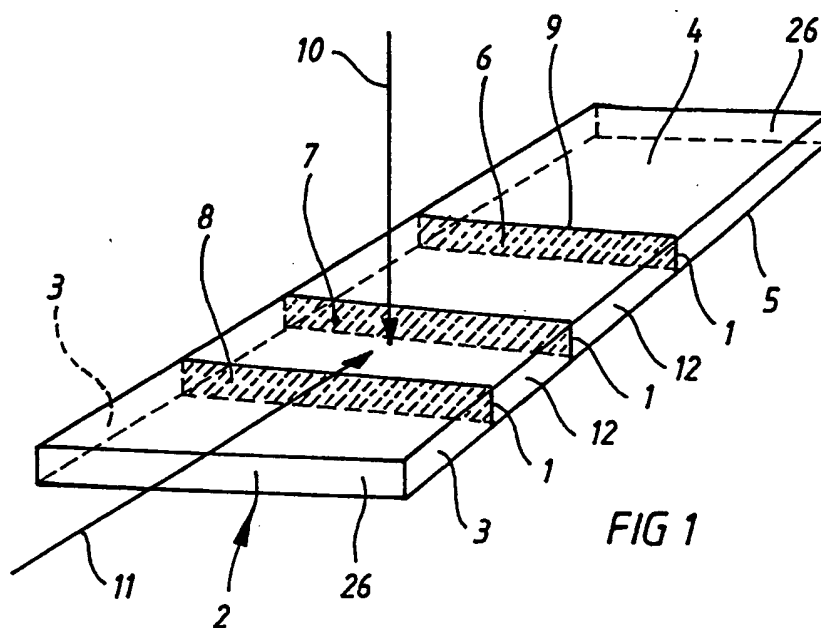
net, daß Laserlicht verwendet wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

1 Liniensegment 16	
2 Körper	
3 Längsseite	5
4 Deckfläche	
5 Deckfläche	
6 Lamelle	
7 Lamelle	
8 Lamelle	10
9 Längskante	
10 Pfeilrichtung (Beleuchtungsrichtung)	
11 Pfeilrichtung (Dunkelbereich)	
12 Zwischenraum	
13 Zwischenraum	15
14 fraktale Lamelle	
15 fraktale Lamelle	
16 fraktale Lamelle	
17 fraktale Lamelle	
18 Winkel	20
19 Winkel	
20 Winkel	
21 Pfeilrichtung (Hellbereich)	
22 Pfeilrichtung (Umschlagbereich)	
23 Beobachtungsrichtung	25
24 Hellbereich	
25 Dunkelbereich	
26 Schmalseite	
Patentansprüche	30

1. Sicherheitsmerkmal für Wert- oder Sicherheitsdokumente mit einem transparenten Körper, der mit Einrichtungen versehen ist, die in Abhängigkeit von dem Winkel zwischen Belichtungs- und Beobachtungsrichtung eine graphische Information darstellen, **dadurch gekennzeichnet**, daß diese Einrichtungen aus sich einander nahezu überlappenden Lamellen (6-8; 14-17) bestehen, die in dem Körper (2) etwa treppenförmig angeordnet sind. 35
2. Sicherheitsmerkmal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (14-17) fraktal ausgebildet und ansteigend in dem Körper (2) angeordnet sind. 40
3. Sicherheitsmerkmal nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Schichten von Lamellen (14-17) übereinander oder nebeneinander in dem Körper (2) angeordnet sind. 45
4. Sicherheitsmerkmal nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten von Lamellen (14-17) unterschiedliche Bereiche in dem Körper (2) ausfüllen. 50
5. Sicherheitsmerkmal nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten von Lamellen (14-16) zueinander im Winkel stehen.
6. Sicherheitsmerkmal nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es für Durchlicht und/oder Aufsicht geeignet ist. 55
7. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitsmerkmals nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit folgenden Schritten: 60
  - Bereitstellen eines durchsichtigen Körpers (2),
  - Iteration einer Lamellenstruktur aus einer Ausgangslinie,
  - Einprägen dieser Lamellenstruktur in den Körper (2) durch Licht, Prägen, Beschichten oder eine mechanische Behandlung. 65
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

- Leerseite -



**FIG 2**

